పరమాణువుల గురించి ఎలా తెలుసుకున్నాం?

ఐజాక్ అసిమోవ్
అనువాదం : పి. పైడన్న

ఎమ్.టెక్ (ఐ.ఐ.టి. మద్రాస్)

పరమాణువులు

౧. పరమాణువు అనే భావన

సముద్ర తీరాన్ని గానీ లేదా ఒక ఇసుక తిన్నెని గాని అల్లంత దూరం నుంచి చూస్తే మనకి ఏమనిపిస్తుంది? అది అంతా ఒక పెద్ద అఖిల ఘన రాశి లాగా కనిపిస్తుంది. కానీ అది నిజంగానే అలా ఉందా, లేక ఊరికే అలా కనిపిస్తుందా?

ఆ ఇసుక తిన్నెనే గనక దగ్గరిగా చూసి పరిశీలిస్తే, ఆ తిన్నె పేరుకున్న చిన్న చిన్న మట్టి గడ్డల నుంచి ఏర్పడిందని తెలుస్తుంది. మనం ఆ ఇసుక పోగునుంచి కొంత ఇసుకను చేతిలోకి తీసుకొని చేతి వేళ్ల మీదుగా జార విడవ వచ్చు. ఇలా జారవిడిచి నప్పుడు ఒక చిన్న ఇసుక రేణువు తప్ప మిగిలిన ఇసుక నంతటనీ చేతి వేళ్ల మీదుగా జార విడవొచ్చు.

అయితే ఈ చిన్న ఇసుక రేణుపే ఆఇసుక లోని అతిచిన్న అంశం అవుతుందా? ఈ చిన్న ఇసుక రేణువునే గనక బలమైన రాయి మీద ఉంచి సుత్తితో గట్టిగా కొడితే ఎమౌతుంది? ఆ ఇసుక రేణువు ఇంకా చిన్న చిన్న ముక్కలుగా ఛిద్రమవుతుంది. ఇందులో ఒక చిన్న ముక్కను తీసుకొని దీన్ని ఇంకా చిన్న చిన్న ముక్కలుగా చేయగలమా? ఇలా వచ్చిన చిన్న ముక్కలలో ఒక దానిని దానికంటే చిన్న ముక్కలుగా చేయగలమా? ఇలాగే అంతం లేకుండా చిన్న చిన్న ముక్కలుగా చేసుకుంటూ పోగలమా?

లేదా ఒక కాగితాన్ని తీసుకొని సగానికి చింపేయండి. అందులో ఓ సగాన్ని మళ్లీ సగానికి చింపేయండి, ఆ మిగిలిన దాంట్లో ఓ సగాన్ని మళ్లీ సగానికి చింపేయండి; ఇలా ఆ కాగితాన్ని చింపుకుంటూ పోతే అంతం అనేది లేకుండా అలాగే చింపగలమా?

౨౪౦౦ సంవత్సరాల క్రితం సుమారు క్రీ.పూ.౪౫౦ లో ల్యూసిప్పస్ అనే గ్రీకు తత్వ వేత్త ఈ ప్రశ్నల గురించి ఆలోచించాడు. దేన్నయినా చిన్న ముక్కలు చేసి, అందులో ఒక చిన్న ముక్కను తీసుకుని దాన్ని ఇంకా చిన్న ముక్కలు చేసి, అలా ఒక్కో ముక్కని ఇంకా ఇంకా చిన్న ముక్కలుగా చేస్తూ పోతున్నప్పుడు, ఆ ప్రక్రియ అనంతంగా సాగుతుందని ఇతడికి నమ్మకంలేదు. ఆ ప్రయత్నం ఎక్కడో ఒక దగ్గర అంతం కావలిసిందేనని ఇతడు అభిప్రాయ పడ్డాడు. చిన్న చిన్న ముక్కలను చేసుకుంటూ పోతే ఎక్కడో ఒక దగ్గర చాలా చిన్న ముక్క అవుతుంది, ఈ చిన్న ముక్క ఇంకా ముక్కలు చేయలేని స్థితికి వస్తుంది.

ల్యూసిప్పుస్ దగ్గర డెమోక్రిటస్(డెమొచ్రితుస్) అనే శిశ్యుడు ఉండే వాడు. ఇతడు కూడా పైవిధంగానే ఆలోచించాడు. డెమోక్రిటస్ క్రీ.పూ. ౩౮౦ లో చచ్చిపోయాడు, కానీ అప్పటికే ఇతడు ఈ విశ్వం మీద తన సిద్ధాంతాల గురించి ౭౨ పుస్తకాలు రాశాడు. ఈ అన్ని సిద్ధాంతాలలో ఉన్న భావన ఏంటంటే ఈ ప్రపంచంలో ఏదైనా సరే చాలా చిన్న చిన్న అంశాలతో ఏర్పడుతుంది. ఈచిన్న ముక్కలు ఇంకా చిన్న ముక్కలుగా చేయలేనంత చిన్నవిగా ఉంటాయి.

ఈచిన్న ముక్కలకు డెమోక్రిటస్ అటొమొస్ అని పేరు పెట్టాడు. అటొమొస్ అంటే గ్రీకు భాషలో ముక్కలు చేయలేనిది అని అర్థం. ఈ అటొమొస్ పదమే ఇంగ్లీషులో ఆటమ్(పరమాణువు) అయ్యింది. ప్రపంచంలోని పదార్థం అంతా రకరకాల పరమాణువులతో ఏర్పడిందని, ఆ పరమాణువుల మధ్య ఉన్నది

వట్టి ఖాళీ అని డెమాక్రిటస్ ఊహించాడు. వేరు వేరుగా ఉన్న పరమాణువులు చాలా చిన్నవే అయినప్పటికీ చాలా పరమాణువులు కలసి రకరకాల పద్దతులలో అమరి ఉన్నప్పుడు తయారైన రక రకాల వస్తువులే మనం చూస్తున్నవి. పరమాణువుల యొక్క అమరికలు మారినప్పటికీ పరమాణువులను మాత్రం మనం సృష్టించడం గానీ లేదా నాశనం చేయడం గానీ చేయలేమని డెమోక్రిటస్ ఆలోచించాడు. పరమాణువుల యొక్క అమరికను మార్చవచ్చును కాబట్టి, ఈ పద్దతిలో ఒక పదార్ధాన్ని వేరొక పదార్ధంగా మార్చవచ్చు.

అయితే డెమోక్రిటస్ ఈ విషయాలన్నీ ఎందుకు నమ్మాడన్నది మాత్రం చెప్పలేదు. దీనిని బట్టి ఈవిషయాలు ఇతడి అభిప్రాయాలు అని మాత్రమే తెలుస్తుంది. కానీ ఇతర గ్రీకు శాస్త్రవేత్తలలో చాలామందికి ఈఅభిప్రాయాలు నిజమని అనిపించలేదు. అంతే గాకుండా మంచి పేరున్న గ్రీకు శాస్త్రవేత్తలు కూడా పరమాణువులు అనేవి ఉన్నాయని నమ్మలేదు. డెమోక్రిటస్ సిద్ధాంతాలని (వీటిని మనం ఆటమిసమ్ అని పిలుచుకోవచ్చు) పెద్దగా పట్టించుకోలెదు. కాబట్టి డెమోక్రిటస్ అభిప్రాయాలకి అంత పేరు రాలేదు.

పాత కాలంలో పుస్తకాలన్ని చేతిరాతతో రాసినవే . ఏదైనా పుస్తకానికి ప్రతులు కావాలంటె వాటినితి తిరిగి చూసి రాయాల్సిందే. ఎన్ని పుస్తకాలు కావాలన్నా చేతితో రాయడమనేది చాలా కష్టమైన పని కావడం వల్ల చాలా ముఖ్యమైన పుస్తకాలను మాత్రమే ఎక్కువ సార్లు రాసేవారు.

డెమోక్రిటస్ పుస్తకాలకు అంత పేరు రాకపోవడం వల్ల కొన్ని పుస్తకాలను మాత్రమే ప్రతులుగా రాసారు. కానీ కాలం గడిచే కొద్దీ ఒక్కొక్క పుస్తకం చదవడానికి వీలు లేకుండా పాడైపోయాయి. కొంత కాలం తరువాత డెమోక్రిటస్ రాసిన పుస్తకాలలో ఏ ఒక్క పుస్తకం కూడా మిగలలేదు. ఆ పుస్తకాలన్నీ పూర్తిగా పాడైపోయాయి. కానీ డెమోక్రిటస్ సిద్ధాంతాలు మనకు తెలియడానికి గల ఒకే ఒక్క కారణం ఏంటంటే తరువాత వచ్చిన ఇతర ప్రాచీనా గ్రంథాలలో డెమోక్రిటస్ చెప్పిన పరమాణు సిద్ధాంతాలగురించి రాసి ఉండటమే.

డెమోక్రిటస్ పుస్తకాలు మొత్తం పాడైపోక ముందే ఎపిక్యూరస్ అనే మరో గ్రీకు శాస్త్రవేత్త క్రీ.పూ. ౩౦౬ లో ఆపుస్తకాలను తనంతట తానే చదివి ఒక అటామిస్ట్ అయ్యాడు. ఎపిక్యూరస్ ఏథెన్స్ మరియు గ్రీస్ పట్టణాలలో పాఠశాలలను నెలకొల్పాడు. తరువాత అది బోధనలో ఒక ముఖ్యమైన పాఠశాల అయ్యింది. ఎపిక్యూరస్ గొప్ప పేరున్న ఉపాధ్యాయుడు. అంతే కాకుండా స్త్రీలకి కూడా చదువుకోడానికి పాఠశాలలలోకి రానిచ్చిన మొదటి వ్యక్తి. పదార్థం సమస్తం పరమాణువులతో ఏర్పడి వుంటుందని బోధించాడు. వివధ అంశాల మీద ౩౦౦లకు పైగా పుస్తకాలు రాశాడు (అయితే ప్రాచీన గ్రంథాలు సాధారణంగా చాలా చిన్నవిగా ఉంటాయనుకోండి).

చాలా కాలం గడిచిన తరువాత కూడా ఎపిక్యూరస్ అభిప్రాయాలు అంత ప్రాముఖ్యతను సంతరించుకోలేక పోయాయి, కానీ అతడి పుస్తకాలు మాత్రం తిరిగి కొన్ని చేతితో రాసారు. అయినప్పటికీ చివరకి డెమోక్రిటస్ పుస్తకాలులాగే ఇతడి పుస్తకాలు కూడా కాలగర్భంలో కొట్టుకుపోయాయి.

కాని పరమాణువుల యొక్క భావన గానీ పరమాణువుకి సంబందించిన ఆలోచనలు గానీ పూర్తిగా మాయం అయిపోలేదు. ఎపిక్యూరస్ కాలానికి రెండు శతాబ్దాల తరువాత ఎపిక్యూరస్ పుస్తకాలు ఇంకా చలామణిలో ఉన్న రోజుల్లోనే లూక్రెటిస్ అనే రోమన్ శాస్త్రవేత్త అటామిస్ట్ (పరమాణువుల గురించి వివరించే శాస్త్రవేత్త) అయ్యాడు. ఇతడు కూడా ఈ ప్రపంచం పరమాణువులతోనే ఏర్పడిందని ఊహించాడు. లూక్రెటిస్ సుమారు క్రీ.పూ ౫౬ లో లాటిన్ భాషలో ఒక పెద్ద పద్యాన్ని రాశాడు. దీనికి ఇంగ్లీషులో "ఆన్ ది నేచర్ ఆఫ్ థింగ్స్" (వస్తువుల తత్వాన్ని గురించి) అని పేరు పెట్టాడు. ఈ పద్యం లో డెమోక్రిటస్ మరియు ఎపిక్యూరస్ ఆలోచనలకు గుర్తింపు వచ్చేటంత గొప్పగా వివరించాడు.

అప్పుడు కూడా పరమాణువుల యొక్క అభిప్రాయాలకు అంత గుర్తింపు రాలేదు. లూక్రెటిస్ పద్యాన్ని మరిన్ని ప్రతులుగా రాయలేదు. గ్రీక్ మరియు రోమన్ నాగరికతలు కాలక్రమంలో సిధిలం అయిపోతుంటే, వాటితోపాటు ఈ పుస్తకాలు కూడా శిధిలం అయిపోసాగాయి. చివరకి యూరప్ లో మధ్య

యుగం వచ్చే సరికి డెమోక్రిటస్, ఎపిక్యూరస్ మరియు లూక్రెటిస్ రాసిన పుస్తకాలన్నీ పూర్తిగా పాడైపోవడమే గాకుండా ప్రజలు కూడా పరమాణువుల గురించి మర్చిపోయారు.

తరువాత క్రీ.శ. ౧౪౧౭ లో ఒక ఇంట్లో అటక మీద చేతిరాతతో ఉన్న ఓ పాత పుస్తకం ఒక వ్యక్తికి దొరికింది. ఇదికొంచం పాడైపోయి ఉంది.దీనిని లూక్రెటిస్ రాసిన పద్యంగా గుర్తించారు. పాత కాలంలో ఉన్న పుస్తకాలలో ఏఒక్కటి కూడా ఎప్పుడూ మళ్లీ దొరకలేదు. లూక్రెటిస్ పద్యం దొరికే కాలానికి యూరప్ లోని ప్రజలు పాత కాలంలో రాసిన పుస్తకాలు చదవడానికి చాలా కుతూహలంగా ఉండడం వల్ల లూక్రెటిస్ పద్యం దొరికిన వెంటనే బోలెడు ప్రతులుగా దీనిని తిరగ రాసారు.

క్రీ.శ.౧౪౫౪ లో జాన్ గూటెన్ బర్గ్ అనే జర్మనీ వ్యక్తి అచ్చు యంత్రాని (ప్రింటింగ్ ప్రెస్) కనుగొన్నాడు. అప్పుడు పుస్తకాలను చేతితో రాయవలిసిన పెద్ద పని తప్పిపోయింది. చేతితో రాయడానికి బదులు పుస్తకంలో ఉన్న అన్ని పదాలను ఒక్క సారి అచ్చు అక్షరాలతో అమర్చితే చాలు. ఈ అమరిక పైన సిరా పోసి దానిమీద కాగితంతో అద్దితే అందులో ఉండే పదాలన్నీ కాగితం పైన అచ్చు అవుతాయి. ఈ పద్దతిలో ప్రతీ పుస్తకాన్ని అతి తక్కువ సమయంలో బోలెడు పుస్తకాలుగా అచ్చు వేయవచ్చు. అచ్చుయంత్రం వాడకం లోనికి వచ్చిన తరువాత పుస్తకాలు కనిపించకుండా పూర్తిగా పాడైపోవడమనేది తగ్గింది.

మొట్టమొదట అచ్చు వేసిన పుస్తకాలలో లూక్రెటిస్ పద్యం ఉన్న పుస్తకం ఒకటి. యూరప్ లో చాలా మంది లూక్రెటిస్ పద్యాన్ని చదివారు. అందులో కొంత మందికి పరమాణువుల గురించిన భావాలు బాగా నచ్చాయి. ఇది చదివిన తరువాత ఇంకా వివరంగా వాటి గురించి తెలుసుకోవాలని అనిపించింది. వీరిలో ఫ్రెంచ్ శాస్త్రజ్ఞుడైన పియర్ గాస్సెండి ఒకడు. ఇతడు క్రీ.శ.౧౬౦౦ లలో సుమారు అర్ధ శతాబ్ధం పాటు ప్రభావం చూపే పుస్తకాలను రాసాడు. యూరప్ లో చాలా మంది శాస్త్ర వేత్తలతో ఇతనికి పరిచయం ఉన్నందువల్ల వీరందరికీ పరమాణువులగురించి తన ఆలోచనలన్నీ చెప్పాడు.

ఈ విధంగా పరమాణువులమీద ల్యూసిప్పస్ యొక్క అభిప్రాయాలు ౨౦౦౦ సంవత్సరాల వరకూ మన గలిగాయి. లూక్రెటిస్ పద్యం రాసిన ఒక్క పుస్తకం దొరకడం మనకు అదృష్టమే, ఆ దొరికిన పుస్తకమే ఈ ఆధునిక కాలంలో అటామిసమ్ కి దారి తీసిందని చెప్పవచ్చు. ఆధునిక కాలంలోని శాస్త్రవేత్తలు పరమాణువులగురించి వారంతట వారే ఆలోచించగలిగే వారేమో కానీ ప్రాచీన కాలం నుంచే వచ్చిన ఆలోచన పరమాణువుల మీద ప్రయోగాలకు తొలి మెట్టు అయ్యింది.

అయితే రెండు వేల ఏళ్ల పాటు పరమాణువులు కేవలం ఒక భావనగానే మిగిలాయి. పరమాణువులు అన్న భావన సహేతుకంగానే అనిపించినా, దాన్ని పండితులు పెద్దగా పట్టించుకోలేదు.

ఎందుకంటె పరమాణువులకి సాక్ష్యాధారం లేదు. "ఫలానా వస్తువు ఫలానా తీరులో ప్రవర్తిస్తోంది. దాని ప్రవర్తనని సరిగ్గా వివరించాలంటె పరమాణువులు ఉన్నాయని అనుకుని తీరాల్సిందే," అనడానికి ఎక్కడా ఆస్కారమే కనిపించలేదు.

దీన్ని నిరూపించడానికి చాలామంది ప్రయోగాలు చేశారు. పరమాణువుల ద్వారా ఆ ప్రవర్తనని వివరించ గలమా లేదా అనేది తెలియాలంటే కొన్ని నియమాల దగ్గర పదార్ధాల యొక్క ప్రవర్తన గురించి పరిశోధించాలి.

ప్రయోగాల ద్వారా ప్రపంచాన్ని తెలుసుకోవడం సరైన పద్దతి అని మొదట సూచించిన వారిలో గాస్సెండి ఒకడు. గాస్సెండి అభిప్రాయాలు బాగా తెలిసిన వారిలో రాబర్ట్ బోయల్ ఒకడు. ఇతడు ఇంగ్లీషు రసాయన శాస్త్రవేత్త. పరమాణువులు ఉన్నాయేమనని చూడడానికి ప్రయోగాలు చేసిన మొదటి శాస్త్రవేత్త బోయల్.

బోయిల్ దృష్టి గాలి మీదకి పోయింది. ఘన పదార్ధం లాగా గాలికి నియత రూపం లేదు. ద్రవాలలాగా కనిపించదు, ప్రవహించదు. కాని కంటికి కనిపించకుండా సన్నగా వ్యాపిస్తుంది. అటువంటి పదార్ధాన్నే వాయువు అంటారు.

క్రీ.శ.౧౬౬౨ వ సం.లో బోయిల్ ఒక ప్రయోగాన్ని చేశాడు. ౫ మీటర్ ల పొడవు మరియు ఇంగ్లీషు

అక్షరం జె ఆకారంలో ఉన్న గాజు గొట్టాన్ని తీసుకొని అందులో కొంచం పాదరసం పోశాడు. పొట్టిగా ఉన్న గొట్టం చివరి బాగాన్ని మూసి వేశాడు. మరియు పోడవుగా ఉన్నవైపు తెరచి ఉంచాడు.

గొట్టం యొక్క అడుగు భాగం పాదరసం తో నిండినపుడు కొంత గాలి పొట్టిగా ఉండి మూసివేయ బడిన గొట్టం వైపు వచ్చి చేరింది. బోయిల్ ఇప్పుడు గొట్టం లోనికి ఇంకా ఎక్కువ పాదరసాన్ని పోశాడు .దీనివల్ల పొట్టిగా ఉన్న గొట్టం వైపు మరికొంచం ఎక్కువ పాదరసం చేరింది. అంటే ముందు అక్కడున్న గాలి కొంచం తక్కువ ఖాళీ లోనికి కుదించ బడిందని మాట. బోయల్ ఇంకా ఎక్కువ పాదరసాన్ని పోశాడు, ఇప్పుడు పొట్టి గొట్టం వైపు ఉన్న గాలి ఇంకా తక్కువ ఖాళీ లోనికి కుదించబడింది. ఎక్కువ పాదరసం పోస్తున్న కొద్దీ ఇంకా చిన్న ప్రదేశంలోకి గాలి కుదించబడుతూనే ఉంటుంది.

పాదరసం బరువు పెరుగుతున్న కొలదీ మూసివేయబడిన పొట్టి గొట్టం వైపు ఉన్న గాలి ఆక్రమించే స్థలం తగ్గుతూ ఉంటుంది. దీనిసే బోయిల్ నియమం అని పిలిచారు. ఇది ఎలా జరుగుతుంది అనే దానిమీద బోయల్ పరిశోధించాడు.

కానీ గాలి ఎలా కుదింప బడుతుంది? కుదింపబడి చిన్న ప్రదేశంలో ఎలా ఇమడగల్గుతోంది?

పెద్ద స్పాంజి (ద్రవాలను పీల్చగలిగే ఒక విధమైన వస్తువు)ని నొక్కి కుదించి చిన్న చోటిలోనే ఇమిడ్చేయవచ్చు. అలాగే రొట్టె ముక్కను కూడా నొక్కి కుదించ వచ్చు. స్పాంజిని గానీ, రొట్టెని గానీ ఇలా ఎందుకు చేయగలుగుతున్నామంటే వీటికి చిన్న చిన్న రంధ్రాలుంటాయి. కాబట్టి వాటిని నొక్కినప్పుడు వాటి రంధ్రాలలో ఉండే గాలి బయటకు నెట్టి వేయ బడి వాటి ఘన పదార్థం దగ్గరగా కుదించ బడుతుంది. (తడిసిన స్పాంజిని నొక్కితే వాటి రంధ్రాల ద్వారా నీరు బయటకు నెట్టి వేయ బడుతుంది.)

బోయిల్ తన ప్రయోగంలో చేసినట్లు గాలిని మనం కుదించగలిగాం అంటే గాల్లో రంధ్రాలున్నాయన్న మాట. గాలిని కుదించినప్పుడు గాలి దగ్గరగా జరిగి వాటి రంధ్రాలు మూసివేయ బడతాయి.

గాలిలో చిన్న చిన్న ముక్కలు ఖచ్చితంగా ఉంటాయని అనిపించింది బోయిల్ కి. ఇవే చిన్న పరమాణువులు. పరమాణువుల మధ్యన వట్టి ఖాళీ ప్రదేశం ఉంటుంది. గాలిని కుదించినప్పుడు పరమాణువులు బలవంతంగా దగ్గరకు నెట్టబడతాయి. అన్ని రకాల వాయువులలోనూ ఇలా జరుగుతుందని బోయిల్ అభిప్రాయ పడ్డాడు.

అసలు నిజానికి పై ప్రక్రియ ద్రవాలకి మరియు ఘన పదార్థాలకి కూడా వర్తిస్తుందేమో! ద్రవరూపంలో ఉన్న నీటిని వేడి చేస్తే వాయు రూపంలో ఉన్న నీటి ఆవిరిగా మారుతుంది; నీటి ఆవిరిని చల్ల బరిస్తే మళ్ళీ నీరౌతుంది.

నీరు ఉన్న ప్రదేశానికి ౧౦౦౦ రెట్లు ఎక్కువ ప్రదేశాన్ని నీటి ఆవిరి ఆక్రమిస్తుంది. ఇంకా సులభంగా చెప్పాలంటే నీటిలోని పరమాణువులన్నీ చాలా దగ్గరగా ఒక దానికొకటి తాకుతూ ఉంటే నీటి ఆవిరిలోని పరమాణువులు చాలా దూరంగా చెల్లాచెదురుగా ఉంటాయి.

క్రీ.శ. ౧౬౬౨ లో బోయిల్ ప్రయోగాల వల్ల పరమాణువులు అనే విషయం భావన మాత్రమే కాదు అని తెలిసింది.

౨.   పరమాణువుల ఉన్కికి సాక్ష్యాలు

పరమాణువులలో రకాలు కూడా ఉంటాయా?

డెమోక్రిటస్ మాత్రం రక రకాల పరమాణువులు ఉండవచ్చుననే అనుకున్నాడు. ఈ ప్రపంచమే నాలుగు రకాల ముఖ్యమైన పదార్థాలు లేదా మూలకాలతో ఏర్పడిందని ప్రాచీన గ్రీకు ప్రజలు నమ్మేవారు. ఆ నాలుగు ప్రధాన మూలకాలు భూమి, నీరు, గాలి మరియు అగ్ని. ఇందులో ఒక్కొక్క దాంట్లో ఒక్కొక్క రకమైన పరమాణువులు ఉండొచ్చని డెమోక్రిటస్ అభిప్రాయ పడ్డాడు.

భూమి యొక్క పరమాణువులు గరుకుగా, ఎగుడుదిగుడుగా ఉంటాయేమో, అందుకే ఇవి ఒకదానికొకటి సులభంగా అతుక్కొని ఘన పదార్ధంగా ఉన్న భూమిని ఏర్పరిచాయి. నీటి యొక్క పరమాణువులకి నున్నని ఉపరితలం ఉండడం వల్ల అవి ఒకదానికొకటి అతుక్కోకుండా, ఒకదాని మీదుగా ఒకటి వేగంగా జారిపోతుంటాయి. గాలి పరమాణువులు చాలా తేలికగా ఉంటాయేమో అందుకే అవి ఎగుర్తున్నాయేమో. అగ్గి యొక్క పరమాణువులు బహుశా సూదిమొనలలాంటి కొనలతో వంకరగా ఉంటాయేమో, అందుకే మంట తగిలినప్పుడు మనకి నొప్పి పుడుతుందేమో.
గ్రీకులు ఈ నాలుగు మూలకాలను మాత్రమే ఎంచుకున్నారు ఎందుకంటే ఇవి వారికి ఒక అర్ధాన్ని ఇచ్చాయి. కానీ ఈ ప్రపంచం నిజంగా ఈనాలుగు మూలకాలతోనే ఏర్పడిందని అనడానికి వారి దగ్గర సాక్ష్యం లేదు. మూలకాలను ఖచ్చితంగా ప్రయోగాల ద్వారా కనుగొన వచ్చునని క్రీ.శ. ೧೬೬೧ లో బోయిల్ ఒక పుస్తకంలో రాశాడు. రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు ప్రతీ పదార్ధాన్ని వీలైనంత చిన్న చిన్న ముక్కలుగా చేయడానికి ప్రయత్నించాలి. ఈ విధంగా చేసినప్పుడు ఇంకా ముక్కలు చేయలేనంత చిన్న ముక్క ఏర్పడినప్పుడు అది ఒక మూలకం అవుతుంది.
బోయిల్ రాసిన పుస్తకం అచ్చయిన తరువాత రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు పదార్ధాలతో ప్రయోగాలు చేయడం ద్వారా మూలకాలు గురించి కనుక్కోవడం ప్రారంభించారు. క్రీ.శ. ೧೮೦೦ ల చివరికి సుమారు ೩೦ వేరు వేరు రకాల మూలకాలను కనుగొన్నారు.
రాగి, వెండి, బంగారం, ఇనుము, తగరం, సీసమ్ మరియు పాదరసం లాంటి సాధారణ లోహాలన్నీ మూలకాలే. ఈ లోహాలు పాత గ్రీకు ప్రజలకి కూడా తెలుసు. కానీ ೧೮೦೦ లలో రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు నికెల్, కోబాల్ట్ మరియు యురేనియం లాంటి కొత్త లోహ మూలకాలను కూడా కనుగొన్నారు.
గాలి ఆక్సిజన్ మరియు నైట్రోజన్ అనే రెండు వాయువుల కలయిక అని కూడా రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. ఈ రెండు వాయువులలో ఒక్కొకటి ఒక్కొక్క మూలకం. హైడ్రోజన్ ఇంకొక వాయువు. ఇది కూడా ఒక మూలకమే. కానీ వాయువులూ, లోహాలూ కాని మూలకాలు ఉన్నాయి. ఉదాహరణకి కార్బన్, సల్ఫర్ మరియు ఫాస్ఫరస్.
ప్రతీ మూలకం ఒక ప్రత్యేక మైన పరమాణువుని కలిగి ఉంటుందా? వెండిలో వెండి పరమాణువులు, నికెల్ లో నికెల్ పరమాణువులు, ఆక్సిజన్ లో ఆక్సిజన్ పరమాణువులు ఇలా వేరువేరుగా ఉన్నాయా? ೧೮೦೦ లలో కొంతమంది రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు వీటి గురించి ఆలోచించారు. బోయిల్ తో పాటు మరి కొంతమంది రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు పరమాణుసిద్ధాంతాన్ని నమ్ముతారు. కాని అందరూ కాదు. వీరు కొత్త మూలకాలగురించి వెదికారు, మరియు ఇవి ఎలా ప్రవర్తిస్తాయి అని పరిశోధించారు. వీరు పరమాణువుల గురించి పెద్దగా పట్టించుకోలేదు. ఎందుకంటే చూడలేనంత చిన్న వస్తువులమీద పరిశోధించడం వల్ల వారికి ఏమీ ఉపయోగం ఉన్నట్లు అనిపించలేదు.
పరమాణువుల ఉన్కిని తెలిపే ఆధారాలు ఒక్కొక్కటిగా లభ్యం కాసాగాయి. కొన్ని సాక్ష్యాలు లావోయిజర్ అనే ఫ్రెంచ్ రసాయనిక శాస్త్రవేత్త కనుగొన్నాడు. లావోయిజర్ క్రీ.శ.೧೭೮೨ లో ఒక గొప్ప విషయాన్ని కనుగొన్నాడు, అది ఏంటంటే ఒక పదార్ధాన్ని మరో పదార్ధంగా మార్చినప్పటికీ దాని మొత్తం బరువులో మార్పు ఉండదు. ఉదాహరణకి చెక్కని గాలిలో మండించి నప్పుడు బూడిద మరియు పొగగా మారిపోతుంది.మండించక ముందు చెక్క మరియు గాలి కలిసి ఎంత బరువు ఉంటుందో మండించిన తరువాత ఏర్పడిన బూడిద మరియు పొగ కలిసి అంతే బరువు ఉంటుంది. దినినే మనం పదార్ధాల నిత్యత్వ నియమం (ది లా ఆఫ్ కంజర్వేషన్ ఆఫ్ మేటర్) అని అంటాం.
లావోయిజర్ కనుగొన్న విషయం పరమాణు భావానికి మద్దతు నిస్తోంది.
డెమోక్రిటస్ చెప్పిందే నిజం అయితే పరమాణువులను తయారుచేయడం గాని లేదా నాశనం చేయడం గాని చేయలేం. అంతేకాక పరమాణువుల అమరికను మాత్రమే మార్చగలం. చెక్కలోను, గాలిలోను పరమాణువులు ఒక రకంగా అమరి ఉంటాయి. చెక్కను మండించిన తరువాత బూడిద మరియు పొగలను

ఏర్పరచడానికి వాటి పరమాణువుల అమరిక మారిందని మాట. ఇప్పటికీ అన్ని పరమాణువులూ ఉన్నాయి కాబట్టి వాటి మొత్తం బరువు మాత్రం మారదు.

ఈ విషయం నిజమైతే పదార్థాన్ని ఇంకా పరీక్షించ వచ్చు. మొత్తం బరువుని ఉపయోగించడానికి బదులు ప్రతీ యొక్క మూలకం బరువుని కొలిచి పరమాణువుల అమరిక మారినప్పుడు ఏమౌతుందో చూద్దాం.

జోసెఫ్ ప్రౌస్ట్ అనే ఫ్రెంచ్ రసాయనిక శాస్త్రవేత్త దీనిని ప్రయత్నించాడు. ఇతడు స్పెయిన్ లో ప్రయోగాలు చేశాడు. ఎందుకంటే ౧౭౮౯ లో ఫ్రాన్స్ లో దారుణమైన విప్లవం మొదలైంది. అందుకే ఫ్రాన్స్ ని వదలి వెళ్లి పోవటమే మంచిదని అనుకున్నాడు. లావోయిజర్ మాత్రం వదిలి వెళ్లలేదు, అందుకే ౧౭౯౪ లో ఇతని తల నరికి చంపేశారు.

కాపర్, కార్బన్ మరియు ఆక్సిజన్ అనే మూడు మూలకాలను కలిపి కాపర్ కార్బొనేట్ అనే సంయోగపదార్థాన్ని ఏర్పరచ వచ్చునని ప్రౌస్ట్ కనుగొన్నాడు. (సంయోగం అనేది రక రకాల మూలకాల కలయికతో ఏర్పడిన పదార్థం). కాఫర్ కార్బొనేట్ ను చేయడానికి ప్రౌస్ట్ ౫ గ్రమ్స్ కాఫర్ ని ౪గ్రామ్స్ ఆక్సిజన్ ని మరియు ౧ గ్రామ్ కార్బన్ ని తీసుకున్నాడు. ఛివరికి ౧౦ గ్రామ్స్ కాఫర్ కార్బొనేట్ వచ్చింది. అంటే మొత్తం బరువు మారలేదన్న మాట.

ప్రౌస్ట్ ఈ మూలకాలను కలపడానికి ఏ పద్ధతిని ఉపయోగించాడు అన్న విషయాన్ని పక్కన పెడితే అతడు ఎప్పుడూ ఒకే నిష్పత్తులను ఉపయోగించాడు. ఆ నిష్పత్తి ఎప్పుడు ౫:౪:౧(కాఫర్:ఆక్సిజన్:కార్బొన్) ఇలా కాకుండా వేరే నిష్పత్తిలో కలపడానికి ప్రయత్నిస్తే కొన్ని మూలకాలు (ఒకటి లేదా రెండు) కలవకుండా మిగిలి పోయాయి.

అయితే ఇతర కాంపౌండ్స్ లో కూడా ఇలాగే జరుగుతుందని నిరూపించడానికి ప్రౌస్ట్ ప్రయత్నించాడు. కాంపౌండ్స్ ఎప్పుడూ ఒక ప్రత్యేకమైన నిష్పత్తిలో కలిపిన మూలకాల వల్లే ఏర్పడతాయే తప్ప ఆ నిష్పత్తి తప్ప వేరేది ఏదైనా సంయోగం జరగదు (కాంపౌండ్స్ ఏర్పడవు). ౧౭౯౯ వచ్చేసరికి అన్ని కాంపౌండ్స్ లోనూ ఇది నిజం అని ప్రౌస్ట్ నిరూపించాడు.ప్రౌస్ట్ కనుగొన్న ఈవిషయాన్ని మనం "ది లా ఆఫ్ డెఫెనిట్ ప్రొపోర్షన్స్ " (నిర్దిష్ట నిష్పత్తుల నియమం) అని అంటాం.

ప్రౌస్ట్ తనంతట తాను పరమాణువులగురించి ఏ ప్రయోగాలూ చేయలేదు. కానీ ఆ విషయాలు ఇక్కడ ఎలా ఇమిడాయి అన్న విషయాన్ని మనం పరిశీలించవచ్చు. అన్ని మూలకాలు పరమాణువులతోనే ఏర్పడతాయని మరియు పరమాణువులను ఇంకా చిన్న ముక్కలు చేయలేమని అనుకుందాం. ఏదైనా కాంపౌండ్ ని ఏర్పరచ డానికి కొన్ని మూలకాలను కలిపితే ఒక మూలకం యొక్క పరమాణూవులు మరో మూలకం యొక్క పరమాణువులతో కలుస్తాయి.

లా ఆఫ్ డెఇనిట్ ప్రొపోర్షన్స్ కి పరమాణువులకి మధ్య ఉన్న సంబంధం జాన్ దాల్టన్ అనే ఇంగ్లీష్ రసాయనిక శాస్త్రవేత్తకు తెలిసింది. డాల్టన్ కి వాయువులతో ప్రయోగాలు చేయడం అంటే చాలా ఇష్టం. అంతే కాక బోయల్ ప్రయోగాలను ఇతడు చాలా బాగా అర్థం చేసుకున్నాడు. గాలి మరియు ఇతర వాయువులు పరమాణువుతో ఏర్పడితే అవి ఎలా ప్రవర్తిస్తాయి అన్న దానిని బాగా వివరించాడు. అన్ని మూలకాలూ పరమాణువులతో ఏర్పడితే లా ఆఫ్ డెఫెనిట్ ప్రొపోర్షన్స్ అనేది అర్థవంతంగా కనిపిస్తుంది. డాల్టన్ సొంతంగా మూలకాలను కలపడం గురించి పరిశోధించాడు. అందులో ఓ కొత్త విషయాన్ని కనుగొన్నాడు. కొన్ని సార్లు రెండు మూలకాలను వేరు వేరు నిష్పత్తుల లో కూడా కలప వచ్చును అనే కొత్త విషయాన్ని కనుగొన్నాడు.

ఉదాహరనకి ౩గ్రామ్స్ కార్బన్ మరియు ౪ గ్రామ్స్ ఆక్సిజన్ కలిపితే ఒక వాయువు ఏర్పడితే, ౩గ్రాఅమ్స్ కార్బన్ ౮గ్రామ్స్ ఆక్సిజన్ కలిపితే మరో వాయువు ఏర్పడుతుంది.

నిష్పత్తులైతే వేరు కానీ ౮ మాత్రం ౪కి రెండింతలు. మొదటి పరిస్థితి లో ఒక కార్బన్ పరమాణువు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువుతో కలిస్తే రెండో పరిస్థితి లో ఒక కార్బన్ పరమాణువు రెండు ఆక్సిజన్ పరమాణువులతో కలిసింది. దీనిని గమనించిన డాల్టన్ ఆశ్చర్య పడ్డాడు.

ఈ ఆలోచనే ఇప్పుడు మనకున్న రెండు వాయువుల పేర్లకు మూలస్థంభం లాంటిది. ౩ గ్రాముల కార్బన్ మరియు ౪ గ్రాముల ఆక్సిజన్ కలసి కార్బన్ మోనాక్సైడ్ ని ఏర్పరిస్తే, ౩ గ్రాముల కార్బన్ మరియు ౮ గ్రాముల ఆక్సిజన్ కలసి కార్బన్ డైయాక్సైడ్ ని ఏర్పరుస్తుంది.ఆక్సైడ్ కి ముందున్న మోన్ అంటే ఒకటి మరియు డై అంటే రెండని అర్ధం.
డాల్టన్ ఇలాంటి ఇతర ఉదాహరణలని కూడా కనుగొన్నాడు. ఉదాహరణకి, ఒక గ్రాము హైడ్రోజన్ ౩ గ్రాముల కార్బన్ తో కలిసి మీథేన్ అనే వాయువుని ఏర్పరుస్తుంది. మరియు ఒక గ్రాము హైడ్రోజన్ ౬ గ్రాముల కార్బన్ తో కలిసి ఎథిలీన్ అనే వాయువుని ఏర్పరుస్తుంది. మళ్ళీ మనం గమనిస్తే ౬ అనేది ౩ కి రెండింతలు.

మూలకాలను వేర్వేరు నిష్పత్తులలో కలపవచ్చునని డాల్టన్ ఎప్పుడైతే కనుగొన్నాడో అప్పుడే ఎక్కువ నిష్పత్తులన్నీ తక్కువ నిష్పత్తుల యొక్క గుణకాలే(మల్టిపుల్స్) నని తేలికగా అర్ధం అయ్యింది. అంటే రెండింతలు లేదా మూడింతలు ఇలాగన్నమాట. డాల్టన్ కనుగొన్న ఈ విషయాన్ని "ది లా ఆఫ్ మల్టిఫుల్ ప్రొపోర్షన్స్" అని అంటాం. దీనిని డాల్టన్ ౧౮౦౩ లో ప్రకటించాడు.
ఒక మూలకం యొక్క ఒక పరమాణువుని వేరొక మూలకం యొక్క ఒక్క పరమాణూవుతోగానీ లేదా రెండు పరమాణువులతో గానీ లేదా మూడు పరమాణువులతోగానీ కలపగలం అని అనుకుంటే డాల్టన్ కనుగొన్న లా ఆఫ్ మల్టిఫుల్ ప్రొపోర్షన్స్ అనేది సమంజసంగా అనిపిస్తుంది. కానీ అర పరమాణువు అనిగానీ లేదా రెండున్నర పరమాణువులని గానీ ఇలా మాత్రం ఎప్పుడూ ఉండదు. మూలకాలను కలిపినప్పుడు అవి వాటి పరమాణు రూపాలలో కలుస్తాయని ఆ పరమాణువులను ఇంకా చిన్న ముక్కలను చేయలేమని అని నిరూపించడానికి ఇదే చివరి సాక్ష్యం అని డాల్టన్ ఆలోచించాడు.
౧౮౦౮ లో డాల్టన్ ఒక పుస్తకాన్ని ముద్రించాడు. అందులో పరమాణువుల గురించి తన అభిప్రాయాలను అలోచనలను విపులంగా వివరించాడు. ఈ పుస్తకం వల్లే పరమాణువులు కనుక్కోవడం గురించి, పరమాణు సిద్ధాంతాల (అటామిక్ థీరీ) గురించి డాల్టన్ కి మంచి పేరొచ్చింది.
౬౧.అయితే ౨౦౦౦ ల సంవత్సరాల క్రితం లియోసిప్పస్ మరియు డెమోక్రిటస్ లు చెప్పిన అభిప్రయాలనే డాల్టన్ కూడా చెప్పాడు. ఇది మనకు ఆశ్చర్యం కలిగించే విషయమే. అయితే ఆ పాత గ్రీకు తాత్విక వేత్తలకు ఇంత పేరెందుకు రాలేదు?
ఇక్కడ ఒక తేడా ఉంది. అది ఏంటంటే లియోసిప్పస్ మరియు డెమోక్రిటస్ లు వారి అభిప్రాయాలను మాత్రమే చెప్పారు. వారు ఎటువంటి సాక్ష్యాలను కానీ చూపలేదు. అందుకే ఎవరూ నమ్మ లేదు. నిజం చెప్పాలంటే ఎవ్వరైనా ఇదే చేస్తారు కదా మరి.
కానీ డాల్టన్ మాత్రం పరమాణువులు ఉన్నాయని రసాయనిక ప్రయోగాల ద్వారా చాలా సులువుగా చెప్ప గలిగాడు. పరమాణువులు బోయిల్ నియమం లో ఎలా పని చేస్తాయనే విషయాన్ని, ద్రవ్య నిత్యత్వ నియమం, నిర్దిష్ట నిష్పత్తుల నియమం, బహుళ నిష్పత్తుల నియమం వంటి నియమాలకి పరమాణువులు ఎలా ఆధారం అవుతాయో వివరించాడు.

౩.పరమణువుల భారం

వివిధ మూలకాలలో ఉండే పరమాణువులల మధ్య తేడాలు ఏంటి అని డాల్టన్ ఆలోచించాడు.
లావోయిజర్, ప్రౌస్ట్ మరియు డాల్టన్ లాంటి వాళ్లు చేసిన ప్రయోగాలలో వేర్వేరు పదార్ధాల బరువులు (భారాలు) తూచడం జరిగింది. బహుశా వేర్వేరు పరమాణు భారాలను తెలుసుకో గలమేమో నని ఈ ప్రయోగాల ద్వారా అనిపించింది. బహుశా అప్పుడు వివిధ పరమాణువు భారాలని పోల్చి చూడొచ్చు. ఒక్క పరమాణువునే తీసుకొని దాని బరువు కొలవాలంటే ఎవరూ చేయలేం. ఎందుకంటే పరమాణువును

చూడడానికి గానీ లేదా దానితో పని చేయాలన్నా గానీ పరమాణువు చాలా చిన్నది. అయినప్పటికీ పేర్వేరు పరమాణు భారాలను ఒకదానితో ఒకటి పోల్చవచ్చు.

ఉదాహరణకు ఒక గ్రామ్ హైడ్రోజన్ ౮ గ్రాముల ఆక్సిజన్తో కలిసి నీటిని ఏర్పరుస్తుంది.నీటిలో అతి సాధారణ పరమాణువుల అమరిక ఉంటుందని అనుకుంటే ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువుతో కలుస్తుంది. అంటే ప్రతీ ఆక్సిజన్ పరమాణువు భారం ప్రతీ హైడ్రోజన్ పరమాణువు భారం కంటే ౮ రెట్లు ఎక్కువ ఉంటుందని దీని నుంచి ఖచ్చితంగా మనకు తెలుస్తుంది. హైడ్రోజన్ పరమాణుభారం ఒకటి అయినట్లైతే ఆక్సిజన్ పరమాణు భారం ౮ అవుతుంది. హైడ్రోజన్ పరమాణు భారమే గనక మనకు తెలిసినట్లయితే ఆక్సిజన్ పరమాణు భారం మనకు తెలిసిపోయినట్లే.

డాల్టన్ రక రకాలను కలిపి వాటి భారాలను పోల్చసాగాడు. హైడ్రోజన్ పరమాణుభారం తో పోల్చినపుడు ఇతర పరమాణువులు ఎంత ఎక్కువ పరమాణు భారాన్ని కలిగి ఉన్నాయో అన్న విషయాన్ని కూడా పరిశీలించాడు దీనివల్ల అన్ని పరమాణువులకంటే తేలికైన పరమాణువులతో హైడ్రోజన్ ఏర్పడిందని తెలిసింది.

అయినప్పటికీ డాల్టన్ ఒక తప్పు చేశాడు. ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువుతో కలసినప్పుడు నీరు ఏర్పడుతుందనే విషయం తప్పు.

క్రీ.శ. ౧౮౦౦ లో అలెస్సాండ్రో వోల్టా అనే ఇటలీ శాస్త్రజ్ఞుడు మొట్ట మొదటి విద్యుత్ బాటరీని తయారు చేశాడు. ఈ బాటరీ విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని (ఎలెక్ట్రిక్ కరెంట్) ఉత్పత్తి చేసింది. ఈ ప్రవాహం కొన్ని ప్రత్యేక పదార్థాలగుండా ప్రయాణించింది. ఒక సంవత్సరం గడవక ముందే విలియమ్ నికాల్సన్ అనే ఇంగ్లీషు రసాయనిక శాస్త్రవేత్త వోల్టా బాటరీని కనుగొన్నాడని విన్నాడు. ఇతడు సొంతంగా ఒక బాటరీని నిర్మించాడు. మరియు నీటి గుండా విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని(కరంట్) ప్రవహింప చేశాడు.

విద్యుత్ ప్రవాహం నీటిగుండా ప్రవహించి నప్పుడు నీరు హైడ్రోజన్ మరియు ఆక్సిజన్ లాగ విడిపోతుందని నికాల్సన్ కనుగొన్నాడు. ఇతడు ఈ రెండు వాయువులను పేర్వేరుగా సేకరించాడు. ఆక్సిజన్ ఉంచడానికి కావలిసిన ఘన పరిమానం కంటే హైడ్రోజన్ ని ఉంచడానికి రెండింతలు ఘన పరిమాణం కావలిసి వచ్చింది.

క్రీ.శ. ౧౮౦౮ లో జోసెఫ్ లూయిస్ గే-లుస్సక్ అనే ఫ్రెంచ్ రసాయనిక శాస్త్రవేత్త వాయువులు ఎప్పుడూ ఘనపరిమణాల నిష్పత్తులలోనే కలుస్తాయని మరియు ఈ ఘనపరిమాణాలను చిన్న పూర్ణాంకాలుగా రాయ వచ్చు అనే నిషయాన్ని కనుగొన్నాడు. నీటిని ఏర్పరచడానికి హైడ్రోజన్ మరియు ఆక్సిజన్ లను కలిపినప్పుడు హైడ్రోజన్ ఘనపరిమాణం ఆక్సిజన్ ఘనపరిమాణానికి రెండింతలు. హైడ్రోజన్ క్లోరైడ్ ని ఏర్పరచడానికి హైడ్రోజన్ మరియు క్లోరిన్ లను కలిపినప్పుడు ఈ రెండింటి ఘనపరిమాణాలు సమానంగా ఉన్నాయి. అమ్మోనియా ను ఏర్పర్చడానికి హైడ్రోజన్ మరియు నైట్రోజన్ లను కలిపినప్పుడు హైడ్రోజన్ ఘనపరిమాణం నైట్రోజన్ ఘనపరిమాణానికి మూడింతలు. దీనినే మనం " ది లా ఆఫ్ కంబైనింగ్ వాల్యూమ్స్" (ఘనపరిమాణాల సంయోగ నియమం) అని అంటాం.

క్రీ.శ. ౧౮౧౧ లో యావగాడ్రో అనే ఇటలీ భౌతిక శాస్త్రవేత్త ఘనపరిమాణాల నిష్పత్తులను కలిపే నియమాన్ని వివరించాలని నిర్ణయించుకున్నాడు. ఒకే ఘన పరిమాణం గల రక రకాల వాయువులు ఒకే సంఖ్య గల కణాలతో ఏర్పడితే ఈ నియమాన్ని వివరించాలనుకున్నాడు. ఈ కణాలు స్వతంత్ర పరమాణువులు అవ్వచ్చు లేదా పరమాణువుల కలయికతో ఏర్పడిన అణువులు అవ్వచ్చు. దినిసేమనం యావగాడ్రో నియమం అని అంటాం.

ఈ సిద్ధాంతమే గనక నిజమైతే, రెండొంతుల ఘనపరిమాణాల హైడ్రోజన్ ఒక వంతు ఘనపరిమాణం గల ఆక్సిజన్తో కలిసిందంటే ఒక నీటి అణువుని ఏర్పరచడానికి రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువుతో కలుస్తాయన్నమాట. అంతే గాని డాల్టన్ అభిప్రాయ పడినట్టు ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక ఆక్సిజన్ పరమణువుతో మాత్రం కలవదు.

అయినప్పటికి నీటిని ఏర్పరచడానికి ఉపయోగించే ఆక్సిజన్ బరువు హైడ్రోజన్ బరువు కంటే ౮ రెట్లు

ఎక్కువ ఉంది. అంటే దీని ప్రకారం నీటి అణువులోని ఆక్సిజన్ పరమాణు భారం రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువుల భారానికి ౮ రెట్లు ఉంటుంది. అంటే ఆక్సిజన్ పరమాణు భారం ఒక్క హైడ్రోజన్ పరమాణు భారానికి ౧౬ రెట్లు ఉంటుంది. హైడ్రోజన్ బరువుని ఒకటి అని అనుకుంటే ఆక్సిజన్ బరువు ఖచ్చితంగా ౧౬ అయి ఉండాలి.

నీటి అణువులో రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు ఉంటాయని రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు ఒప్పుకున్నారు. కాని ఇంచు మించు ఎవ్వరు కూడా యావగాడ్రో నియమాల మీద దృష్టి సారించ లేదు. సుమారు ౫౦ సంవత్సరాలు బహుళ నిష్పత్తులు(మల్టిప్ల్ ప్రొపోర్షన్స్) అంటే ఏమిటని రసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులు ఖచ్చితంగా అర్థం చేసుకోలేక పోయారు.

క్రీ.శ. ౧౮౧౦ వచ్చే సరికి చాలా మంది రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు మూలకాలు మరియు పరమాణువుల గురించి మాట్లాడుకునేవారు. మూలకాలు మరియు అణువుల పేర్లు పెద్దగా ఉండడం తో ఏదైనా సంక్షిప్త పద్ధతిలో సూచించాలని అభిప్రయపడ్డారు. నీటి అణువులో ఏఏ పరమాణువులున్నాయని ఎప్పుడైనా మాట్లాడాలంటే " రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు మరియు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువు కలసి ఒక నీటి అణువుని ఏర్పరుస్తాయి" అని చెప్పాలంటే ఇబ్బందిగా ఉండేది.

పరమాణువులను సూచించడానికి డాల్టన్ చిన్న చిన్న వృత్తాలను ఉపయోగించే వాడు.వేర్వేరు మూలకాల పరమాణువులను వేర్వేరు వృత్తాల ద్వారా సూచించాడు. ఒక మూలకాన్ని ఒక ఖాళీ వృత్తం చేత ఇంకొకటి పూర్తిగా నలుపు వృత్తం, ఇంకొకటి ఒక వృత్తం దానిలో ఒక చుక్క ఇలా రక రకాల అమరికలు ఉపయోగించి డాల్టన్ పరమాణువులను సూచించాడు. కాంపౌండ్స్ లో రక రకాల పరమాణువులు ఎలా కలుస్తాయి అనేదానికి రక రకాల వృత్తాలను ఒక దగ్గర పెట్టే వాడు. ఇది ఒక సంకేతం (కోడ్) లా ఉండేది, కానీ ఈ పద్ధతిలో ఎక్కువ మూలకాలు గానీ, ఎక్కువ కాంపౌండ్స్ ని గానీ సూచించాలంటే చాలా కష్టం అయ్యేది.

క్రీ.శ. ౧౮౧౩ లో బెర్జీలియస్ అనే స్వీడన్ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడికి ఒక మంచి ఆలోచన వచ్చింది. ప్రతీ మూలకాన్నీ లాటిన్ భాషలో వాటి పేరులోని మొదటి అక్షరంతో సూచించ వచ్చు అని ఆలోచించాడు. రెండు మూలకాలు ఒకే అక్షరంతో ప్రారంభమైతే రెండో అక్షరాన్ని కూడా ఉపయోగించే వాడు. ఈ అక్షరాలే మూలకాలకూ మరియు మూలకం యొక్క ఒక్క పరమాణువుకి రసాయనిక గుర్తులుగా మిగిలాయి. ఇలా అయితే ఆక్సిజన్ ని ఓ చేత, నిట్రోజన్ని– ణ్, కార్బన్ని– ఛ్, హైడ్రోజన్ ని–ః, ర్లోరిన్ ని–ఛ్ల్, సల్ఫర్–శ్, ఫాస్ఫర్ని– ఫ్ , చేత ఇలా ప్రతీ మూలకాన్ని సూచించ వచ్చు.కానీ ఇంగ్లీషు భాషలోని పేర్లతో లాటిన్ భాషలోని పేర్లను పోలిస్తే ఇవి వేర్వేరు గా ఉన్నప్పుడు ఈ రసాయనిక గుర్తు సులభంగా అర్థం అయ్యేది కాదు. ఉదాహరణకి బంగారాన్ని లాటిన్ భాషలో ఆరమ్ అని అంటారు కాబట్టి దీనికి రసాయనిక గుర్తు "ఆఉ".

రకరకాల పదార్థాల అణువులను బెర్జీలియస్ పద్ధతి ఉపయోగించి చాలా సులువుగా రాయ వచ్చు. ఉదాహరణకి ఒక్క హైడ్రోజన్ పరమాణువుని ః చే సూచించితే, హైడ్రోజన్ వాయువు ఒక్క పరమణువుచే ఏర్పడిందికాదు, ఇది అణువుల ద్వారా ఏర్పడింది మరియు ప్రతీ ఒక్క అణువు రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో ఏర్పడుతుంది అంటే ఈ అణువుని ః౨ అని రాయవచ్చు.

ఈ విధంగా ఆక్సిజన్ని ఓ౨ అని నైట్రోజన్ ని ణ్౨ అని క్లోరిన్ అణువుని ఛ్ల్౨ అనిరాయ వచ్చు.

ఈ పద్ధతిలో రక రకాల పరమాణువులతో ఏర్పడిన అణువులను కూడా చాలా సులువుగా రాయ వచ్చు. రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులు మరియు ఒక ఆక్సిజన్ పరమాణువు కలసి నీటిని ఏర్పరుస్తాయి అన్న దానిని ః౨ఓ అని రాయ వచ్చు. అలాగే కార్బన్ డైయాక్సైడ్ ని ఛో౨ అని కార్బన్ మోనాక్సైడ్ ని ఛో అని రాయ వచు.

ఒక ప్రత్యేకమైన కాంపౌండ్ ఏర్పడడానికి కలిసే వేర్వేరు మూలకాల యొక్క ఖచ్చితమైన బరువులను కొలవడానికి బెర్జీలియస్ ప్రౌస్ట్ లాగే చాలా సంవత్సరాలు కృషి చేశాడు. కానీ ప్రౌస్ట్ కంటే బెర్జీలియస్ చాలా ఎక్కువ కాంపౌండ్ లను పరీక్షించాడు కాబట్టే ఎక్కువ శాతం ఖచ్చితంగా కొలవ గలిగాడు.

రక రకాల మూలకాల యొక్క పరమాణు భారాలను తెలుసుకోవడానికి బెర్జీలియస్ తాను కొలిచిన బరువులను ఉపయోగించాడు.క్రీ.శ. ౧౮౨౮ లో ఇతడు పరమాణు భారాలు అనే పట్టికను ముద్రించాడు. బెర్జీలియస్ పట్టికలో చాలా మటుకు విలువలు ఖచ్చితంగా ఉన్నాయి. కానీ సమాన ఘన పరిమాణం గల వాయువులు సమాన సంఖ్యలోని కణాలను కలిగి ఉంటాయి అనే యావగాడ్రో నియమం మీద దురదృష్టవశాత్తూ ఇతడు దృష్టి సారించ లేదు. ఈ కారనం వల్లే కొన్ని సందర్భాలలో పరమాణు భారాల విలువలు కొంచం పక్క దారి పట్టాయి. మరియు రెండు లేదా మూడు మూలకాల పరమాణు భారాల విలువలు పూర్తిగా తప్పు అయ్యాయి.

తరువాత చాలా కాలం కొన్ని మూలకాలకు వేర్వేరు రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు వేర్వేరు పరమాణు భారాలుంటాయని చెప్పారు. కొంత మంది హైడ్రోజన్ పరమాణువుకి, హైడ్రోజన్ అణువుల్కి మధ్య తేడా గురించి చాలా ఖచ్చితంగా తెలుసుకోలేక పోయారు. మరెన్నో ఇతర సందర్భాలలో కూడా ఇలాగే అనుమాన పడ్డారు.

క్రీ.శ. ౧౮౫౦ వచ్చేసరికి రక రకాల అణువుల నిర్మాణాల గురించి, వాటి సూత్రాలని ఎలా రాయ వచ్చు అనేదాని గురించి ఎన్నో వాదనలు తలెత్తాయి. అసలు మొత్తం పరమాణువులు అన్న ఆలోచనే తుడిచి పెట్టుకు పోయినట్టు అనిపించింది. అటామిసమ్ అనేది అసలు ఇంత సంక్లిష్టమైతే అది అసలు నిజమే కాదేమో!

మొత్తం యూరప్ లో ఉన్న రసాయన శాస్త్రజ్ఞులందరినీ ఒక దగ్గర చేర్చి చర్చించుకోమంటే బాగుంటుందని కెకులే అనే జర్మనీ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడికి ఆలోచన వచ్చింది. ఈ ఆలోచన వల్లే ౧౮౬౦ లో మొదటి అంతర్జాతీయ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుల సభ జర్మనీ లో కార్ల్స్రూహె అనే పట్టణం లో జరిగింది. ఇదే మొదటి అంతర్జాతీయ శాస్త్రజ్ఞుల కలయిక. దీనికి జర్మనీ , ఫ్రాన్స్, గ్రేట్ బ్రిటన్, రష్యా, ఇటలీ ఇంకా మరి కొన్ని విదేశాలనుంచి ౧౪౦ మంది రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు హాజరయ్యారు.

దీనికి హాజరైన వారిలో స్టాన్సిలో కన్నిజ్జారో అనీ ఇటలీ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడుకి యావగాడ్రో నియమం గురించి బాగా తెలుసు. అందు వల్లే రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు గనక యావగాడ్రో నియమం మీద దృష్టి సారిస్తే అది ఎంతో దోహద పడుతుందని మిగిలిన రసాయన శాస్త్రజ్ఞులను ఒప్పించ గలిగాడు.

ఇతడు తన ఆలోచనలన్నింటినీ బాగా అర్థం అయ్యేటట్టు ఒక చిన్న పుస్తక రూపంలో రాసి వివరించాడు. ఇతడు యావగాడ్రో నియమం గురించి ఆ సభలో బాగా బలమైన వాదనలను వినిపించి తన పుస్తకాన్ని రసాయన శాస్త్రజ్ఞులందరికీ అందించాడు. అలాగే అందులోని కొంత మంది ముఖ్యమైన రసాయన శాస్త్రజ్ఞులను వ్యక్తిగతంగా కలిసి అన్ని విషయాలను చాలా జాగ్రత్తగా వివరించాడు.

ఇతడి ప్రయత్నం మరియు కృషి ఫలించాయి. రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు కూడా అర్థం చేసుకున్నారు మరియు అంతకు ముందున్న అనుమానాలన్నీ తొలగి పోవటం మొదలైంది. సెర్వియాస్ స్టాస్ అనే అతడు బెర్జీలియస్ కంటే ఇంకా జాగ్రత్తగా పరమాణు భారాల పట్టికని తయారు చేయడం ప్రారంభించాడు.ఇతడు ఎంతో జాగ్రత్తగా గమనించి ఆక్సిజన్ పరమాణువు హైడ్రోజన్ పరమాణువు కంటే ఖచ్చితంగా ౧౬ రెట్లు ఉండదని నిరూపించాడు. ౧౬ రెట్లు కంటే కొంచం తక్కువే ఉంటుందని నిరూపించాడు. హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒకటి అయితే ఆక్సిజన్ పరమణువు ౧౫.౮౮.

హైడ్రోజన్ పరమాణువు కంటే ఆక్సిజన్ పరమాణువు ఎక్కువ మూలకాలతో కలవ గలిగింది. అందుకే శ్టాస్ ఆక్సిజన్తోనే చాలా ప్రయోగాలు చేసాడు. ఆక్సిజన్ పరమాణు భారం ఒక పూర్ణాంకం అయితే ఇతడికి వేర్వేరు లెక్కలు కట్టడానికి బాగా సులువుగా ఉంటుందని ఆక్సిజన్ పరమాణువు భారాన్ని ౧౬ అని తీసుకున్నాడు. ఇలా అయితే హైడ్రోజన్ పరమాణు భారం ఒకటి కి బదులు ౧.౦౦౮ ఆవుతుంది. ఈ పద్ధతిని సుమారు ౧౦౦ సంవత్సరాలు ఉపయోగించారు.

కన్నిజ్జారియో సమావేశంలో యావగాడ్రో సిద్ధాంతాన్ని వివరించిన తరువాత స్టాస్ దీనిని బాగా అవగతం చేసుకున్నాడు. దీనిని ఆధారంగా చేసుకొని స్టాస్ తన పరమాణు భారాల పట్టికను తయారు చేశాడు.

౧౮౬౫ వచ్చేసరికి ఆ విలువలతో కూడిన మొదటి కొత్త పరమాణుభారాల పట్టికను ప్రజలకు అందించాడు. ఆసమయంలో అతడు ప్రవేశ పెట్టిన అంకెలకి బాగా చిన్న మొత్తంలో సవరణలు జరిగాయి.

౪.పరమాణువుల అమరిక

పరమాణు భారాలు అనే సమస్య తీరి కొంచం గట్టెక్కినట్టే ఉంది. కాని పరమాణువులకి సంబంధించి ఇదొక్కటే సమస్య కాదు కదా?
౧౮౦౦ ల లో పరిశోధించిన చాలా కాంపౌండ్స్ కొన్ని పరమాణువులతో కూడిన సాధారణ అణువులతో ఏర్పడినవే. ఏఏ రకాల పరమాణువులున్నాయి మరియు ఎన్ని పరమాణువులున్నాయి అనేది తెలుసు కోవడానికి ఈ పరిశోధన సరిపోతుంది.

కొన్ని సందర్భాలలో ఎన్ని పరమాణువులున్నాయి అని చెప్పినంత మాత్రాన సరిపోదు. ౧౮౨౪ లో జస్టస్ వాన్ లీబిగ్ మరియు ఫ్రెడిరిక్ వోలర్ అనే ఇద్దరు రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు రెండు వేర్వేరు కాంపౌండ్స్ ని పరిశోధించ సాగారు. కానీ వీరు తమ తమ కాంపౌండ్స్ ని పరిశోధించి మూలకం యొక్క చాలా పరమాణువులని కను గొన్నారు.
అయితే వారి ఫలితాలను వెల్లడించిన తరువాత రెండు కాంపౌండ్స్ ఒకే సూత్రాన్ని కలిగి ఉన్నట్లు తెలిసింది. ఈ రెండు కాంపౌండ్స్ లోని అణువులుకూడా ఒకే రకమైన మూలకాలను ఒకే నిష్పత్తిలో కలిగి ఉన్నాయి. అయినప్పటికీ ఆరెండూ వేర్వేరు కాంపౌండ్స్ మరియు వేర్వేరు ధర్మాలను కలిగి ఉన్నాయి.
బెర్జిలియస్ తన కాలంలో గొప్పప్రభావం చూపిన రసాయన శాస్త్రజ్ఞులలో ప్రథముడు. ఆ ఇద్దరు రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు చేసిన ప్రయోగాలను మరలా చేసి చివరికి ఇద్దరు వెల్లడించిన విషయాలు సరైనవే అని నిర్ధారించాడు. ఆవి ఒకే రకమైన మూలకాలతో ఒకే నిష్పత్తిలో ఏర్పరిచిన రెండు కాంపౌండ్స్. బెర్జిలియస్ వీటిని "ఐసోమెర్స్" అని పిలిచాడు.ఐసోమెర్స్ అనగా గ్రీకు భాషలో సమాన నిష్పత్తులని అర్థం.
తదనంతరం మరిన్ని ఐసోమెర్ లని కూడా కనుగొన్నారు. వీటిలో ఇంచు మించు ప్రతీ దానిలో వాటి అణువులలో కార్బన్ పరమాణువు ఉండేది. జీవాలన్నీ (లివింగ్ ఆర్గానిజమ్స్) వాటి అణువులలో కార్బన్ పరమాణువులను కలిగి ఉంటాయి. అందుకే ఇది ప్రత్యేకంగా ప్రాముఖ్యతను సంతరించుకుంది. ఈ కారణం వల్లే కార్బన్ పరమణువులున్న జంతువుల యొక్క అణువులను ఆర్గానిక్ కాంపౌండ్స్(కర్బన రసాయన సంయోగాలు) అని బెర్జిలియస్ ప్రకటించాడు.
ఆర్గానిక్ కాంపౌండ్స్ నిర్మాణాల సూత్రాలు రాను రాను కష్టతరంగా మారాయి. కార్బన్ పరమాణువులు లేని అణువులు(ఇనార్గనిక్ కాంపౌండ్స్) చాలా వరకు చిన్నవిగా ఉంటాయి.అందుకే వాటి నిర్మాణాలను తెలుసుకోవడం సులుపైంది. కానీ కర్బన రసాయన సంయోగాలు మాత్రం చాలా పరమాణువులున్న పెద్ద అణువులతో ఏర్పడినవి. పెద్ద ఆర్గానిక్ అణువులలో ఎన్ని రకాల పరమాణువులు, ఎన్ని పరమాణువులుంటాయి అనే విషయంలో రసాయన శాస్త్రజ్ఞులకు ఎన్నో ప్రశ్నలు తలెత్తసాగాయి. కొన్ని అంకెలతో కూడిన నిర్మాణాలను వెల్లడించి నప్పటికీ ఒకే రకమైన అంకెల కలయిక వేర్వేరు ఐసోమెర్స్ ని సూచించ వచ్చు అనే విషయాన్ని కనుగొన్నారు. ఉదాహరణకి చ్౨హ్౬ఒ
పలు ఐసోమర్లని సూచించవచ్చు.
ఒక అణువులో ఎన్ని పరమాణువులున్నాయో చెప్పడానికి ఇది కచ్చితంగా సరిపోదు. ఆ పరమాణువులు ఖచ్చితంగా ఒక ప్రత్యేకమైన పద్ధతిలో అమరి ఉండాలి. అంటే ఒకే రకమైన మరియు ఒకే సంఖ్య లోని పరమాణువులు రెండు వేర్వేరు అణువులలో ఉన్నప్పటికీ వాటి అమరిక వేర్వేరుగా ఉండవచ్చు. ఈ అమరికే

వేర్వేరు అణువుల మధ్య తేడాను వివరిస్తుంది.
కానీ పరమాణువులు మరియు అణువులు కూడా చూడటానికి చాలా చిన్నవి. ఇలాంటి పరిస్థితులలో అణువులలోని పరమాణూవులు ఏరకంగా అమరి ఉన్నాయో తెలుసు కోవడానికి రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు ఏవిధంగా పరిశోధించాలి?
దీని కోసం మొదట ఎడ్వర్డ్ ఫ్రాంక్లెండ్ అనే ఇంగ్లీషు రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడు తన ప్రయత్నాన్ని మొదలు పెట్టాడు. ఇతడు ఆర్గానిక్ అణువులను కొన్ని లోహాలు తో కలిపాడు. ఒక ప్రత్యేకమైన లోహం యొక్క పరమాణువు ఎప్పుడూ ఒక ప్రత్యేకమైన అణువుల సంఖ్యతో కలిసేది అన్న విషయాన్ని ఇతడు గమనించాడు. ౧౮౫౨ లో ఇతడు ఏమని సూచించాడంటే ప్రతీ రకమైన పరమణువుకి ఒక ప్రత్యేకమైన సంఖ్యలో ఉన్న ఇతర పరమాణువులకంటే ఎక్కువ పరమాణువులతో కలిసే శక్తి ఉండదు. ప్రతీ పరమాణువు ఒక ప్రత్యేకమైన వేలన్సీ ని కలిగి ఉంటుంది. వేలన్సీ అంటే లాటిన్ భాషలో శక్తి(పవర్) అని అర్ధం.
ఉదాహరణకి హైడ్రోజన్ యొక్క వేలవ్సీ ఒకటి. అంటే ఒక హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒకే ఒక్క మరేదైనా పరమాణువుతో కలవగలదు. ఆక్సిజన్ యొక్క వేలన్సీ రెండు. అంటే ఇది రెండు ఇతర పరమాణువులతో కలవ గలదు. నైట్రోజన్ వేలన్సీ–౩, కార్బన్ వేలన్సీ–౪, ఇలాగే ప్రతీ పరమాణువు ఒక వేలన్సీని కలిగి ఉంటుంది.
౧౮౫౮ లో స్కాట్ కూపర్ అనే స్కాటిష్ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడు ఒక అణువులోని పరమాణువులన్నీ కొన్ని 'బంధాల'తో కలబడి ఉన్నట్టు ఊహించుకున్నాడు. ఉదాహరణకి హైడ్రోజన్ వేలన్సీ ఒకటి అంటే హైడ్రోజన్ పరమాణువు ఒక బంధాన్ని కలిగి ఉంటుంది దీనిని ః– అని రాయ వచ్చు.
పరమాణువులని బంధాలతో కలపడం ద్వారా మనం అణువులను ఏర్పరచ వచ్చు. ఒక హైడ్రోజన్ అణువు రెండు హైడ్రోజన్ పరమాణువులతో ఏర్పడుతుంది, ః–ః , ఇందులో ప్రతీ పరమాణువు దాని యొక్క ఒక బంధం ద్వారా వేరే పరమాణువుని పట్టుకుంటుంది.కొన్ని సందర్భాలలో రెండు పరమాణువులు కలవడానికి ఒకటి కంటే ఎక్కువ బంధాలు కూడా ఉపయోగ పడవచ్చు.
కొన్ని సార్లు బంధాలలో కొన్ని ఉపయోగ పడవు కూడా . ఉదాహరణకి కార్బన్ మోనాక్సైడ్ (ఛో దినిని ఛ్=ఓ అని రాయ వచ్చు) ని తీసుకుందాం. దీనిని పరిశీలించి నట్లు అయితే ఆక్సిజన్ పరమాణువుకి రెండే బంధాలు ఉంటాయి ఆ రెండూ ఉపయోగ పడ్డాయి, కానీ కార్బన్ పరమాణువుకి నాలుగు బంధాలు ఉంటాయి. ఇందులో రెండు ఇక్కడ ఉపయోగ పడలేదు. కార్బన్ మోనాక్సైడ్ ఆక్సిజన్తో కలిసినప్పుడు కార్బన్లో ఉన్న ఉపయోగించని రెండు బంధాలు ఒక ఆక్సిజన్ పరమణువుతో కలిసి చాలా సులువుగా మండి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ గా మారుతుంది.
పరమాణువులని బంధాలతో కలిపి అణువులని నిర్మించే పద్ధతి చిన్న ఇనార్గానిక్ అణువులకి చక్కగా సరిపోయింది. కాని సంక్లిష్టమైన ఆర్గానిక్ అణువుల విషయంలో పరిస్థితి ఇంకా అయోమయంగానే ఉంది.

కెకులే ఆర్గానిక్ కాంపౌండ్స్ కి వేలన్సీ సిద్ధాంతాన్ని వర్తింప చేయడానికి చాలా కష్టపడ్డాడు. ఇతడు ౧౮౫౮ లో తన ఫలితాలను వెల్లడించాడు. ప్రతీ కార్బన్ పరమాణువుకి నాలుగు బంధాలుంటాయి అనే విషయం మీద దృష్టి కేంద్రీకరించి అంతవరకు
అర్థంగాని ఎన్నో అణువుల నిర్మాణ రహస్యాన్ని ఇతడు సులభంగా భేదించాడు.

ఇతడు చేస్తున్నది సరైనదే అని నిర్ధారించడానికి ఇతడు ఉపయోగించిన ప్రతీ మూలకం యొక్క పరమాణు భారం తెలుసుకోవడం ఖచ్చితంగా అవసరం. ఇతడు మొదటి అంతర్జాతీయ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుల సభ ఏర్పాటు చేయడానికి ఇది ఒక కారణం. పరమాణుభారాలు ఖచ్చితంగా ఉన్నాయని కన్నిజ్జరియో ఎప్పుడైతే నిర్ధారించాడో అప్పుడే కెకులే సరైన దారిలోనే వెళ్లి నట్లు నిర్ధారించుకున్నాడు.
ఉదాహరణకి అసిటిక్ ఆమ్లం అణువుకి, వెనిగర్ కి దాని పులుపు రుచిని ఇచ్చేది ఛ్౨ః౪ఓ౨.
కెకులే తన పద్ధతిని ఎప్పుడైతే ప్రకటించేశాడో అప్పుడే ఆర్గానిక్ కాంపౌండ్స్ కి సంబంధించిన ఎన్నో సమస్యలు త్వరగా తీరిపో సాగాయి. అయినప్పటికీ ఒక సాధారణ కాంపౌండ్ మాత్రం చిక్కుముడి లాగే మిగిలిపోయింది. అదే బెంజీన్ పరమాణువుల యొక్క అమరిక. బెంజీన్ సూత్రం ఛ్౬ః౬. బెంజీన్ ధర్మాన్ని కలిగే అణువుని తయారుచేయాలంటే కెకులే పద్ధతిలో ౬ కర్బన్ పరమాణువులు మరియు ౬ హైడ్రోజన్ పరమాణువులు కలిసే మార్గమే కనిపించడంలేదు.
కెకులే ఈ సమస్య గురించి చాలా తీవ్రంగా ఆలోచించాడు, కానీ లాభం లేకపోయింది. ౧౮౬౫ లో ఒక రోజు ఇతడు గుర్రపు బండిమీద వెళ్తున్నప్పుడు తనకు తెలియ కుండానే కొద్దిగా నిద్రలోనికి జారుకున్నాడు. సగం నిద్రలో ఉంటుండగా కొన్ని కార్బన్ పరమాణువుల గొలుసు ఒకటి తనని వేగంగా దాటినట్లు అనిపించింది. హఠాత్తుగా ఆ కార్బన్ పరమాణువుల గొలుసు చివరిభాగం గొలుసు యొక్క ముందు భాగానికి అతుక్కుని ఒక పరమాణువుల వలయాన్ని ఏర్పరిచినట్లు అనిపించింది. కెకులే వెంటనే నిద్రలోనుంచి లేచి ఆ ప్రశ్నకు జవాబు తెలిసిందని అనుకున్నాడు.
బెంజీన్ సూత్రం ఒక షట్కోణం లా కనిపిస్తుంది.

౧౮౭౪ లో జాకొబస్ హెన్రికస్ వాంట్ హాఫ్ అనే డచ్ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడు కార్బన్ పరమాణువు బంధాల కేవలం కాగితం మీద గీసి సరిపెట్టుకోకుండా, పొడవు, ఎత్తు, వెడల్పు అనే మూడు పరిమాణాలు గల త్రిమితీయ ప్రపంచంలో కార్బన్ అణువు యొక్క బంధాలు ఎలా ఉంటాయి అనే విషయాన్ని వర్ణించాడు. అప్పట్నుంచి మూడు పరిమాణాలు గల అణు నమూనాలని నిర్మించడం మొదలయ్యింది. ఆ నమూనాలలో ప్రతీ పరమాణువు యొక్క నియత స్థానం కచ్చితంగా కనిపిస్తుంది, ప్రతీ బంధం యోక్క్ దిశ స్పష్టంగా కనిపిస్తుంది.

౫.పరమానువుల నిజ స్వరూపం

౧౮౦౦ ల చివరికి పరమాణు సిద్ధాంతాలు వాటికి ఎదురయ్యే సవాళ్లు అన్నిటిని జయించినట్టే అయ్యింది. ఎన్నో కొత్త అణువుల నిర్మాణాన్ని వివరంగా తెలుసుకోవడం జరిగింఇద్. ఎన్నో సంక్లిష్టమైన ఆర్గానిక్ అణువుల నిర్మాణ రహస్యాలు కూడా ఛేదించబడ్డాయి.

రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు ప్రకృతిలో ఏర్పడని అణువులని కేకులే పద్ధతిలో ఎలా నిర్మించాలో ఆలోచించసాగారు. వీటిని సంయోజిత (సింతటిక్) అణువులని అంటారు. ఆవి కొన్ని సార్లు అద్దకాలుగా, పరిమళాలుగా, మందులుగా కూడా ఉపయోగించుతారు.

కానీ ఇప్పటికీ ఒక పరమాణువుని గానీ లేదా ఒక అణువును గానీ ఎవ్వరూ చూడ లేక పోయారు. రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు కనుక్కున్న విషయాలని వివరించడానికి పరమాణువులు కేవలం సైద్ధాంతిక సాధనాలుగానే మిగిలిపోయాయి. పరమాణువులు, అణువులు ఉన్నాయనే భావన చాలా సౌకర్యంగా

ఉంటుంది. గాని అవి నిజంగా ఎలాఉంటాయి, ఎంత పరిమాణంలో ఉంటాయి, ఎంత బరువును కలిగి ఉంటాయి, ఏ అకారంలో ఉంటాయి ఇలాంటి విషయాలేపైనా ఎవరికీ తెలియ లేదు. వాంట్ హాఫ్ కి మంచి స్నేహితుడైన ఫ్రెడరిక్ విల్ హెల్మ్ ఆస్ట్వాల్డ్ అనే అతడు రష్యన్-జర్మన్ రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడు. పరమాణువులు అనే భావనకి మరీ అంత్ ప్రాముఖ్యత నివ్వాల్సిన అవసరం లేదని ఇతడి అభిప్రాయం. ఆ భావన వీలుగా ఉంటుందే తప్ప అంతకన్నా మరేమీ లేదన్నాడు. తన మిత్రుడు వాంట్ హాఫ్ అణువుల నమూనాలని తయారు చేసి చూబిస్తున్నా ఆస్ట్వాల్డ్ మాత్రం అవన్నీ వట్టి కల్పితాలని కొట్టిపారేసేవాడు. ప్రత్యక్ష సాక్ష్యం చూబిస్తే గాని నమ్మనన్నాడు. మరి పరమాణువులు ఉన్నాయని ఆస్వాల్డ్ ని ఒప్పించేదెలా?

౧౮౨౭ లో రాబర్ట్ బ్రౌన్ అనే స్కాటిష్ వృక్ష శాస్త్రజ్ఞుడు పువ్వులనుండి రాలే పుప్పొడి కణాలు నీటి మీద తేలుతుండగా వాటిని సూక్ష్మ దర్శినిని ఉపయోగించి చూశాడు. ఆ పుప్పొడి కణాలు సంచలనంగా అటు ఇటు కదలడం గమనించాడు. ఈ కణాలు మొక్కలు లేదా పువ్వుల నుండి వచ్చినవి కాబట్టి వీటిలో చాలా చిన్న జీవం ఉంటుంది. కాబట్టి బ్రౌన్ ఈ జీవం వల్లే ఈ చిన్న కణాలు అటూ ఇటూ కదులుతున్నాయని అనుకున్నాడు.
బ్రౌన్ ఇదే ప్రయోగాన్ని జీవం లేని చిన్న చిన్న అద్దకం(డై) కణాలతో చేసి చూసాడు. ఇవికూడా అలాగే అటు ఇటు కదలసాగాయి. ఈ చలనాన్ని బ్రౌనియన్ చలనం (బ్రౌనియన్ మోషన్) అని అంటారు. సుమారు ౩౦ సంవత్సరాలు దీనిని ఎలా వివరించాలో ఎవరికీ తెలియ లేదు.

౧౮౬౦ లో జేమ్స్ క్లెర్క్ మాక్స్ వెల్ అనే స్కాటిష్ గణిత శాస్త్రజ్ఞుడు వాయువుల ధర్మాలు మరియు ప్రవర్తనను పరిశోదించాడు. వాయువులు అణువుల వల్ల, పరమాణువుల వల్ల ఏర్పడడమే కాకుండా, ఆ అణువులు నిరంతరం సంచలనంగా కదులుతుంటాయని, ఆ కదలికలో అవి ఒకదాన్నొకటి పదే పదే ఢీ కొంటూ ఉంటాయని అతడు భావించాడు. అంతే కాక ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతున్న కొలది వాయు కణాల వేగం ఇంకా ఇంకా ఎక్కువ అవుతుందని కూడా అతడు సిద్ధాంతీకరించాడు.

నీరు లాంటి ద్రవ పదార్థాలలో కూడా ఎప్పుడూ అణువులు కదులుతూ ఒకదాన్నొకటి ఢీకొనడం జరుగుతుంది కానీ వాయువులలో జరిగినంత తేలికగా జరగదు.
ఒక వస్తువు నీటి చేత కప్పబడి ఉన్నప్పుడు, నీటిలోని అణువులు ఆ వస్తువుని నిరంతరం ఢీ కొంటూ ఉంటాయి. వస్తువుకి ఇరు పక్కల నీటి అణువులు ఒకే తీవ్రతతో ఢీ కొనడం వల్ల రెండు ప్రభావాలు ఒకదాంతో ఒకటి సరితూగుతాయి. ఒకపైపు కన్నా మరో పైపు తగిలే అభిఘాతాలు మరి కాస్త ఎక్కువగా ఉన్నా, మొత్తంలో ఆ నిష్పత్తి ఎంత తక్కువగా ఉంటుందంటే, వస్తువు పేద్ద వస్తువు అయితే పెద్దగా తేడా కనిపించదు. ఆ తాకిళ్ల వల్ల వస్తువు కదలడం జరగదు.

అలా ఓ పెద్ద వస్తువుకి బదులుగా ఓ చిన్న కణం నీట్లో ఉందని అనుకుందాం. ఒక పక్క కన్నా మరో పక్క కాసిన్ని ఎక్కువ నీటి అణువులు ఆ కణాన్ని ఢీ కొన్నాయి అనుకుందాం. కణం చాలా చిన్నది కనుక తాకిడిలో ఆ కాస్త తేడాకే కణం మీద పెద్ద అభిఘాతం తగిలినట్టు అవుతుంది.
అలా నీటి అణువుల కుదుపులకి నీట్లోని కణం అటు ఇటు గిరికీలు కొడుతూ ఉంటుంది.

ఈ చిన్న కణం, అణువుల అభిఘాతాలకు అనుగుణంగా నిరంతరం స్పందిస్తూ కదులుతూ ఉంటుంది. ఇదే బ్రౌనియన్ చలణానినికి కారణం.
౧౯౦౫ లో జర్మనీ లో పుట్టిన ఐన్ స్టీన్ అనే గణిత శాస్త్రజ్ఞుడు బ్రౌనియన్ చలనంలో కణాలు తిరగడం అనే సమస్య గురించి ఆలో చించాడు. కణం చిన్నది అవుతున్న కొలది చుట్టూ ఉన్న నీటి అణువులు దాన్ని

మరింత సులభంగా నెట్టివేయ గలుగుతాయని అనిపించింది. కనుక అలంటి కణం నిర్ణీత కాలంలో ఆరంభస్థితి నుండి మరింత దూరానికి నెట్టివేయబడుతుంది. అలాగే నీటి అణువుల ఉష్ణోగ్రత ఎక్కువ ఐనప్పుడు కూడా కణం మరింత్ బలంగా నెట్టబడుతుంది.

ఐన్ స్టీన్ ఒక క్లిషటమైన గణిత సూత్రాన్ని కనుగొన్నాడు. ఈ సూత్రంలో ఆకణం పరిమాణం, నీటి అణువు యొక్క పరిమాణం, కొంత నిర్ధిష్ట సమయంలో ఆ కణం ప్రయాణించిన దూరం – ఇలాంటివి ఇమిడి ఉన్నాయి. ఈ గణిత సూత్రంలో నీటి అణువు పరిమాణం తప్ప మిగిలిన వాటి విలువలన్నీ తెలిస్తే నీటి అణువు యొక్క పరిమాణాన్ని లెక్క కట్టవచ్చు.

౧౯౦౮ లో పెర్రిన్ అనే ఫ్రెంచ్ శాస్త్రజ్ఞుడు ఈ సమస్యను సాధించ గలిగాడు. ఇతడు చిన్న కణాలను నీరు ఉండే పాత్రలో వేశాడు. గురుత్వాకర్షణ శక్తి ఈ కణాలను నీటి అడుగు బాగానికి లాగుతుంది. కానీ బ్రౌనియన్ చలణం పైకి నెడుతుంది.

ఐన్ స్టీన్ గణిత సూత్రం ప్రకారం నీటి అడుగుభాగం నుండి కణాలు పైకి నెట్టబడితే నీటిలో ఉండే కణాలు కొంత మొత్తం లో తగ్గుతూ ఉంటాయి. నీటి అడుగు భాగం నుండి బ్రౌనియన్ చలనం ద్వారా రక రకాల ఎత్తులకు (పైకి) నెట్టబడిన కణాలను లెక్కించాడు. మరియు ఐన్ స్టీన్ గణిత సూత్రం లో ఒక నీటి అణువు పరిమాణం తప్పించి మిగిలిన అన్నింటికీ వాటి విలువలను లెక్కించ గలిగాడు. అంటే నీటి అణువు యొక్క పరిమాణాన్ని లెక్కించ గలిగాడన్నమాట.

నీటి అణువు యొక్క పరిమాణం, అందులో ఉన్న పరమాణువుల యొక్క పరిమాణం ఆ విధంగా మొట్టమొదట నిర్ణయింపబడింది. ఒక పరమాణువు ఒక సెంటీ మీటర్ లో ౧/౧౦౦౦౦౦౦౦౦ వ వంతు ఉంటుందని తెలిసింది. అంటే ౧౦౦ మిలిఅన్ పరమణువులని గనక పక్క పక్కన పెడితే ఆ మాల పొడవు ఒక సెంటీ మీటర్ ఉంటుందన్నమాట.

అలాగే దీని ప్రకారం ఒక లీటర్ నీటిలో ౩౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦ నీటి అణువులు ఉంటాయన్నమాట. ఒక్క నీటి బిందువునే గనక ఈ ప్రపంచంలో ఉన్న ౪౦౦౦౦౦౦౦౦౦ ప్రజలందరికీ సమానంగా పంచితే ప్రతీ మనిషికీ సుమారు ౭౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦౦ నీటి అణువులు వస్తాయి.

పెర్రిన్ ప్రయోగ ఫలితాలని విన్న ఆస్వాల్డ్ పరమాణువులు ఉన్నాయని ఇక ఒప్పొకోక తప్పలేదు. పెర్రిన్ ప్రయోగం వల్ల అణువుల ప్రభావాన్ని మనుషులు కళ్లారా చూడగలిగే అవకాశం ఏర్పడింది. అణువులను ప్రత్యక్షంగా చూడలేక పోయినా, కణాల మీద అణువుల తాకిళ్ల ఫలితాలని బ్రౌనియన్ చలనాలలో స్పష్టంగా చూడడానికి వీలయ్యింది. ఒక ప్రత్యేక పరమాణువు పరిమాణం ఎంత ఉంటుందో పెర్రిన్ ప్రయోగం వల్ల తెలిసింది.

అప్పట్నుంచి ఇక అణువులు అనేవి కేవలం సైద్ధాంతిక కసరత్తు మాత్రమే కాదని, అవి జిజంగా ఉన్నాయని ప్రతీ శాస్త్రజ్ఞుడు నమ్మడం మొదలెట్టాడు.

౧౯౩౬ లో ముల్లర్ అనే జర్మనీ శాస్త్రజ్ఞుడు ఫీల్డ్ ఎ మిసన్ సూక్ష్మ దర్శినిని కనుగొన్నాడు.

ఈ పరికరంలో గాలి తీసేసిన పాత్రలో ఒక సన్నని సూదిమొనని అమర్చుతారు.

సూదికొనకు ఎదురుభాగం లో రసాయనాలతో కూడిన తెర ఉంటుంది. సూదిమొననని వేడిచేసినప్పుడు అందులోంచి కణాలు వెలువడతాయి. అలా వెలువడ్డ కణాలు సరళ రేఖల్లో ప్రయాణించి ఎదురుగా ఉన్న తెరని గుద్దినప్పుడు ఆ తెర మెరుస్తుంది.

తెరమీద మెరుపులను బట్టి సూదికొన లోని పదార్థంలోని అణువుల నిర్మాణాన్ని తెలుసుకోవచ్చు.

ముల్లర్ ఈ పరికరాన్ని ఇంకా వృద్ధి చేశాడు. ౧౯౫౦ లలో మెరిసే తెర యొక్క ప్రతిబింబాన్ని(ఫొటోగ్రాఫ్) తీయ గలిగాడు. ఈ ఫొటో లో సూది కొననుంచి వెలువడిన స్వతంత్ర పరమణువులని చూడ వచ్చు.

చివరికి మనం పరమాణువులని చూడగలిగాం. పరమాణువులనేవి ముక్కలు చేయలేని మరియు అంతకంటే చిన్నది ఉండడానికి వీలులేని వస్తువు అని లియోసిప్పస్ మరియు డెమోక్రిటస్ లు ఆలోచించారు.(ఆటమ్ అంటే ముక్కలు చేయలేని అని అర్ధం.)

డాల్టన్ కూడా ఇలాగే ఆలోచించాడు. పైగా ౧౮౦౦లలో రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు పరమాణూవులే అతిచిన్నవి అని ఖచ్చితంగా నమ్మేవారు. మరియు పరమాణువులు చిన్న బంతులులాగ గట్టిగా ఉండి సున్నితమైన ఉపరితలాన్ని కలిగి ముక్కలు చేయలేనివి అని ఊహించుకునేవారు.

౧౮౦౦ ల చివరికి పరమణువే చిన్న కణం కాదని తెలిసింది. పర్మాణువే ఎన్నో రకాల చిన్న చిన్న కణాలతో ఏర్పడిందని తెలిసింది. ఈ ఉప కణాలలో ముఖ్యమైన వాటిలో ఎలక్ట్రాన్ ఒకటి. ఇది అతి చిన్న పరమాణుపైన హైడ్రోజన్ పరమాణువులో ౧/౧౮౩౭ వ వంతు బరువు ఉంటుంది. ముల్లెర్ ఫీల్డ్ ఎమిసన్ సూక్ష్మ దర్శినిలో సన్నని సూది కొననుండి వెలువడిన కణాలే ఎలక్ట్రాన్ లు.

పరమాణువుల యొక్క మధ్య భాగంలో ఒక చిన్న కేంద్రం ఉంటుందని ఈ రోజులలో శాస్త్రజ్ఞులకి తెలుసు. ఈ చిన్న కేంద్రం బరువే ఇంచు మించు పరమాణు భారం కి సమానంగా ఉంటుంది. ఈ పరమాణు కేంద్రం చుట్టూ కొన్ని తేలిక పాటి ఎలెక్ట్రాన్ లు ఉంటాయి. పరమాణువు లోపల ఏముంటుంది అని శాస్త్రజ్ఞులు కనుక్కొవడం అనేది ఒక పెద్ద క్లిష్టమైన కథ. ఇది ఖచ్చితంగా ప్రత్యేకంగా ఒక పుస్తకం లో చెప్పాల్సిందే.